

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ОБРАЗЦОВ-БАЛОК

Малахов В.В., к.т.н., старший преподаватель,
iityamal@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7635-4337

Выкиданец С.Н., ассистент,
ramos.kr02@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5643-8322

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния количества и качества (дисперсности) наполнителя на формирование технологической поврежденности бетона (на примере железобетонных балок). Был определен коэффициент технологической поврежденности образцов-балок по площади, по поперечной и продольной линиям, и выявлено влияние количества и дисперсности наполнителя на их технологическую поврежденность. Данные исследования позволили продолжить изучение коэффициента технологической поврежденности применительно к образцам-балкам в зависимости от количества и качества (дисперсности) минерального наполнителя. Построены графики зависимости изучаемого коэффициента от количества и качества наполнителя. Сделаны выводы о том, что изменение дисперсности (от крупного помола к мелкому) и количества минерального наполнителя в сторону увеличения в общем случае меняет технологическую поврежденность образцов-балок в сторону уменьшения.

Ключевые слова: технологическая поврежденность, минеральный наполнитель, трещины, дисперсность, коэффициент технологической поврежденности, образцы-балки.

Введение. Композиционные материалы получают физико-химическим или физико-механическим соединением разнородных компонентов. Установлено, что физико-технические характеристики конечного материала связаны нелинейно с характеристиками исходных компонентов. Предполагается, что при взаимодействии компонентов образуются внутренние по отношению к материалу структуры, взаимодействие которых способствует проявлению синергизма. Как правило, композиционные строительные материалы (КСМ) состоят из вяжущего, наполнителей и заполнителей. Общее количество составляющих КСМ структур можно выделить по характерным структурным неоднородностям [1]. На каждом выделенном уровне структурной неоднородности материал можно описать с позиций линейной и структурной механики, или микромеханики. Сложная функциональная зависимость зарождения и развития технологических трещин на характерных уровнях структурной неоднородности КСМ ставит задачу изучения механизмов структурообразования и разрушения композитов многоуровневой организации структуры.

Физико-технические свойства КСМ и конструкций в значительной степени определяются их технологической поврежденностью. Наследственные дефекты материал приобретает в период технологической переработки, и эти дефекты являются составной частью структуры образца или конструкции. Технологические дефекты определяют местное напряженно-деформированное состояние конструкции, характер трещинообразования и поверхность разрушения. Направленное изменение технологической поврежденности строительных материалов и конструкций позволит управлять физико-техническими свойствами материала, характером трещинообразования и разрушения конструкций.

Выполненные ранее исследования свидетельствуют о необходимости подробного изучения эффективных технологических приемов регулирования наследственной технологической поврежденности бетона с помощью использования наполнителя требуемой дисперсности. Для количественной оценки поврежденности бетона технологическими дефектами был введен коэффициент поврежденности. Проведенный авторами [2] анализ

показывает, что трещины присутствуют практически на всех структурных уровнях КСМ. Ими предложены классификации этих трещин в зависимости от размерных факторов и их «опасности» в материале. При этом отмечается, что зафиксированные трещины существуют в структуре материала еще до приложения к ним эксплуатационных нагрузок [2].

В работе [3] показано, что на формирование структуры цементного камня и бетона большое влияние оказывает не только вид и количество, но и дисперсность минеральных наполнителей. Это объясняется тем, что в зависимости от соотношения размеров частиц вяжущего и наполнителя изменяются условия образования дискретных структурных блоков. Организация структурных блоков способствует образованию внешних, по отношению к каждому блоку, поверхностей раздела (ПР). Такие ПР сохраняют потенциальную способность развиваться до технологических трещин, развитие которых до критических значений может привести к катастрофическим последствиям. Это позволило предложить модели структур различных подуровней и всей системы в виде определенного набора активных элементов. [3-5] Одним из таких элементов является дисперсность наполнителя. Поэтому при сохранении вида и заданного количества наполнителя количество технологических дефектов будет определяться именно дисперсностью наполнителя. Таким образом, регулирование наследственной технологической поврежденности бетона может осуществляться с помощью наполнителей требуемой дисперсности. Также, в работе [6] выявлено, что технологическая поврежденность, в свою очередь, влияет на работу и расчет железобетонных элементов по наклонным сечениям.

Оценка прочности и трещиностойкости бетонных и железобетонных конструкций невозможна без учета механизмов зарождения и развития трещин, а также разработанных методик надежного определения критериев трещиностойкости. Бетон и железобетон, являясь неоднородными материалами, имеют свои особенности поведения трещин. Даже при отсутствии трещин распределение напряжений в них существенно отличается от распределения в однородном теле. Поскольку влияние технологических трещин на прочность и деформативность железобетонных изгибаемых элементов нуждается в изучении и исследованиях, изыскания в этом направлении представляют научный интерес.

Цели и задачи. Известно, что трещины, являясь одним из важных структурных параметров, определяющих комплекс физико-технических свойств, как материала, так и конструкции из него, влияют на прочность и деформативность железобетонных изгибаемых элементов. Поэтому на основании ранее проведенных исследований важно рассмотреть причины зарождения и развития технологических дефектов на различных уровнях структурных неоднородностей материала и наметить пути направленного управления количеством и видами технологических дефектов. Это позволит прогнозировать дефектность конструкции и более полно реализовать потенциальные свойства материала в каждом конкретном элементе и во всей конструкции в целом.

Методика исследования. Проведенные исследования позволили авторам [7] установить, что между составом бетона и его технологической поврежденностью есть определенная взаимосвязь. Изменяя начальную поврежденность, можно управлять механическими характеристиками цементного камня и бетона. В результате был предложен и реализован метод количественной оценки поврежденности строительных материалов на основе неорганических вяжущих через коэффициент поврежденности – отношение длины поверхностных трещин к площади поверхности, на которой они образовались. В данной работе целью является исследование влияния количества и качества (дисперсности) наполнителя на технологическую поврежденность испытуемых образцов-балок. Объектом исследования является зависимость коэффициента технологической поврежденности от количества и дисперсности молотого песка (наполнителя), как одного из компонентов в составе этих образцов.

Результаты исследований. Реализация поставленной задачи осуществлялась на образцах балках с постоянным по длине прямоугольным сечением $b \times h = 10 \times 15$ см, и длиной $L = 120$ см. Всего было изготовлено 6 балок с разным количеством (3 балки по 8% и 3

по 12%) и дисперсностью (2 балки по 100 м²/кг, 2 балки по 200 м²/кг и 2 балки по 300 м²/кг) молотого песка (наполнителя). Рассмотрим влияние количества и качества наполнителя на технологическую поврежденность образцов-балок.

Величина технологической поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности (Kn_s), определенного по площади образцов-балок в зависимости от количества и качества наполнителя, изменяется в пределах от 0,67 до 1,22 см/см² (на 82,1%). Влияние количества наполнителя (Н) на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по площади образцов-балок, отражено на рис. 1, а. Изменение Н от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100$ м²/кг приводит к уменьшению Kn_s от 1,22 до 1,19 см/см² (на 2,5%). Аналогичный характер изменения коэффициента Kn_s наблюдается при постоянной $S_y=200$ м²/кг, уменьшение Kn_s от 1,06 до 0,99 см/см² (на 7,1%) при изменении Н от 8 до 12%. При постоянной дисперсности $S_y=300$ м²/кг наблюдается изменение характера влияния Н с увеличением от 0,67 до 0,69 см/см² (на 3%) при изменении Н от 8 до 12%. Следует отметить, что максимальное изменение Kn_s наблюдаются при постоянной $S_y = 200$ м²/кг, уменьшение на 7,1% (при увеличении Н от 8 до 12%). Минимальное изменение коэффициента Kn_s наблюдается при изменении Н от 8 до 12%, увеличение на 3,0% ($S_y=300$ м²/кг).

Влияние качества наполнителя или дисперсности (S_y) на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по площади образцов-балок отражено на рис. 1, б. Изменение S_y от 100 до 200 м²/кг при его расходе 8% приводит к уменьшению Kn_s от 1,22 до 1,06 см/см² (на 15,1%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 м²/кг вызывает значительное уменьшение Kn_s до 0,67 см/см² (на 58,2%). При фиксированном количестве Н=12% наблюдаем аналогичный характер влияния S_y с аналогичным изменением Kn_s , то есть с уменьшением от 1,19 до 0,99 см/см² (на 20,2%) при изменении S_y от 100 до 200 м²/кг и уменьшении до 0,69 см/см² (на 43,5%) при увеличении S_y до 300 м²/кг. Следует отметить, что максимальные изменения Kn_s (58,2; 43,5%) наблюдаются при изменении S_y от 200 до 300 м²/кг и постоянном Н=8 и 12% соответственно. Минимальные изменения Kn_s (15,1; 20,2%) наблюдаются при изменении S_y от 100 до 200 м²/кг и постоянном Н = 8 и 12% соответственно. Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по площади образцов-балок достигается при количестве наполнителя Н=8% от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100$ м²/кг (1,22), а минимальное

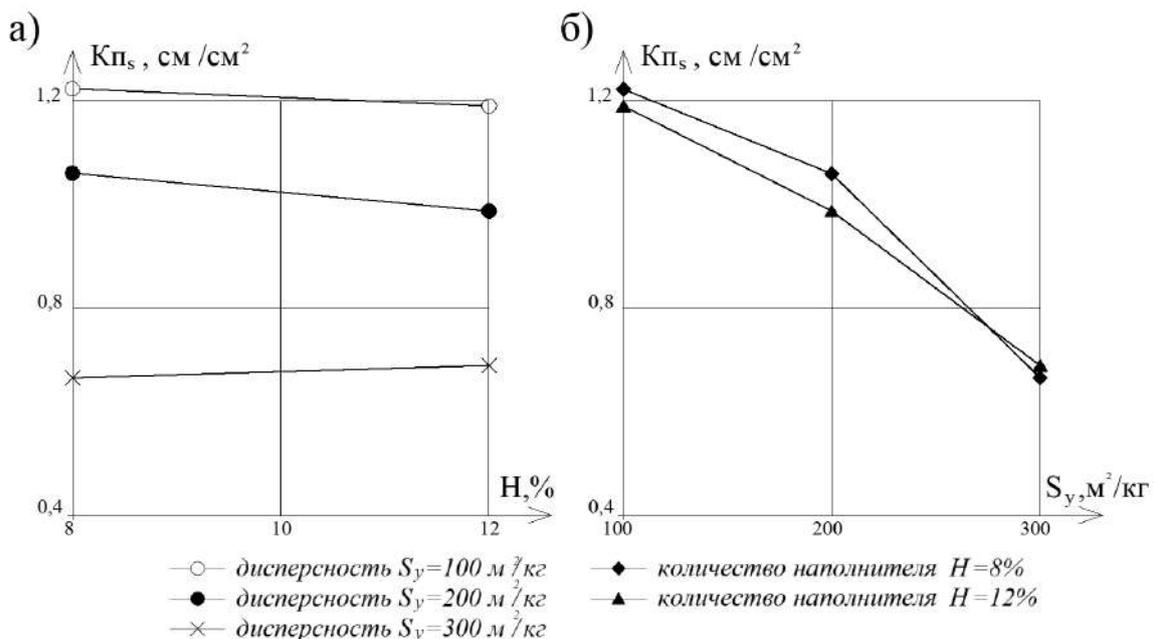


Рис. 1. Влияние количества (а) и дисперсности (б) наполнителя на коэффициент технологической поврежденности, определенный на образцах – балках по площади

значение коэффициента Kn_s достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ и дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,67). Величина начальной технологической поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности (Kn_L), определенного по поперечной линии образцов-балок в зависимости от количества и качества наполнителя, изменяется в пределах от 0,226 до 0,370 (на 63,7%).

Влияние количества наполнителя на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по поперечной линии образцов-балок, отражено на рис. 2, а. Изменение H от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ приводит к уменьшению Kn_L от 0,370 до 0,305 (на 21,3%). Аналогичный характер изменения Kn_L наблюдается при постоянной $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$, увеличение Kn_L от 0,277 до 0,318 (на 14,8%) при изменении H от 8 до 12%. При постоянной дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ наблюдается изменение характера влияния H , то есть увеличение от 0,226 до 0,247 (на 9,3%) при увеличении H от 8 до 12%. Следует отметить, что максимальное изменение коэффициента Kn_L наблюдается при $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$, уменьшение на 21,3% (при увеличении H от 8 до 12%). Минимальное изменение Kn_L наблюдается при изменении H от 8 до 12%, увеличение на 9,3% ($S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$).

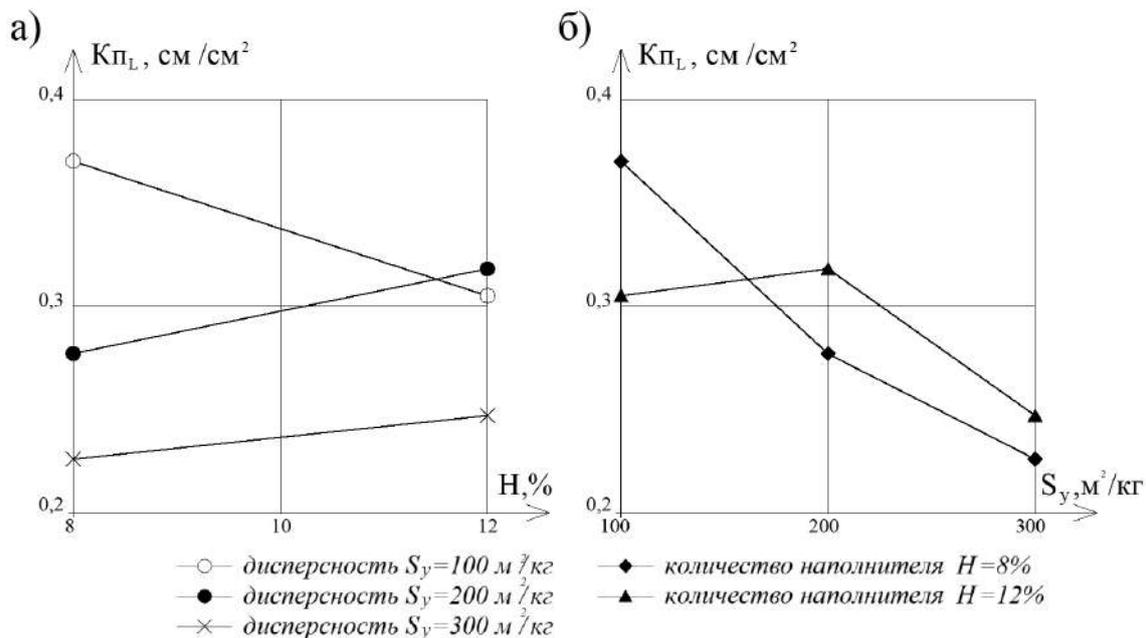


Рис. 2. Влияние количества (а) и дисперсности (б) наполнителя на коэффициент технологической поврежденности, определенный на образцах – балках по поперечной линии

Влияние качества наполнителя или дисперсности на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по поперечной линии образцов-балок, отражено на рис. 2, б. Изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ при его расходе 8% приводит к уменьшению Kn_L от 0,370 до 0,277 (на 33,6%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ вызывает дальнейшее уменьшение Kn_L до 0,226 (на 22,6%). При фиксированном количестве $H=12\%$ коэффициент Kn_L увеличивается от 0,305 до 0,318 (на 4,3%) при изменении S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ и уменьшается до 0,247 (на 28,7%) при увеличении S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$. Следует отметить, что максимальные изменения Kn_L (3,6 и 28,7%) наблюдаются при изменении S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=8\%$ и при изменении S_y от 200 до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=12\%$. Минимальное изменение Kn_L (4,3%) наблюдается при изменении S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=12\%$. Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по поперечной линии образцов-балок достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,370), а минимальное значение коэффициента Kn_L достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ и дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,226). Величина технологической

поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности, определенного по наклонной линии (36,5 см) образцов-балок в зависимости от количества и качества наполнителя, изменяется в пределах от 0,266 до 0,367 (на 38%).

Влияние количества наполнителя на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по наклонной линии (36,5 см) образцов-балок отражено на рис. 3, а. Изменение H от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ приводит к уменьшению коэффициента K_{nL} от 0,367 до 0,305 (на 20,3%). Аналогичный характер изменения K_{nL} наблюдается при постоянной $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$, уменьшение K_{nL} от 0,360 до 0,317 (на 13,6%) при изменении H от 8 до 12%. При постоянной дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ наблюдаем аналогичный характер влияния H , то есть с уменьшением от 0,307 до 0,266 (на 15,4%). Следует отметить, что максимальное изменение K_{nL} наблюдается при $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ – уменьшение на 20,3% (при увеличении H от 8 до 12%). Минимальное изменение K_{nL} наблюдается при изменении H от 8 до 12%, уменьшение на 13,6% ($S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$).

Влияние качества наполнителя или дисперсности на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по наклонной линии (36,5 см) образцов-балок, отражено на рис. 3, б. Изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ при его расходе 8% приводит к уменьшению K_{nL} от 0,367 до 0,360 (на 1,9%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ вызывает значительное уменьшение K_{nL} до 0,307 (на 17,3%). При фиксированном количестве $H=12\%$ изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ приводит к увеличению K_{nL} от 0,305 до 0,317 (на 3,9%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ вызывает значительное уменьшение K_{nL} до 0,266 (на 19,2%). Следует отметить, что максимальные изменения K_{nL} (17,3; 19,2%) наблюдаются при изменении S_y от 200 до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=8$ и 12% соответственно. Минимальные изменения коэффициента K_{nL} (1,9 и 3,9%) наблюдаются при изменении S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=8$ и 12% соответственно.

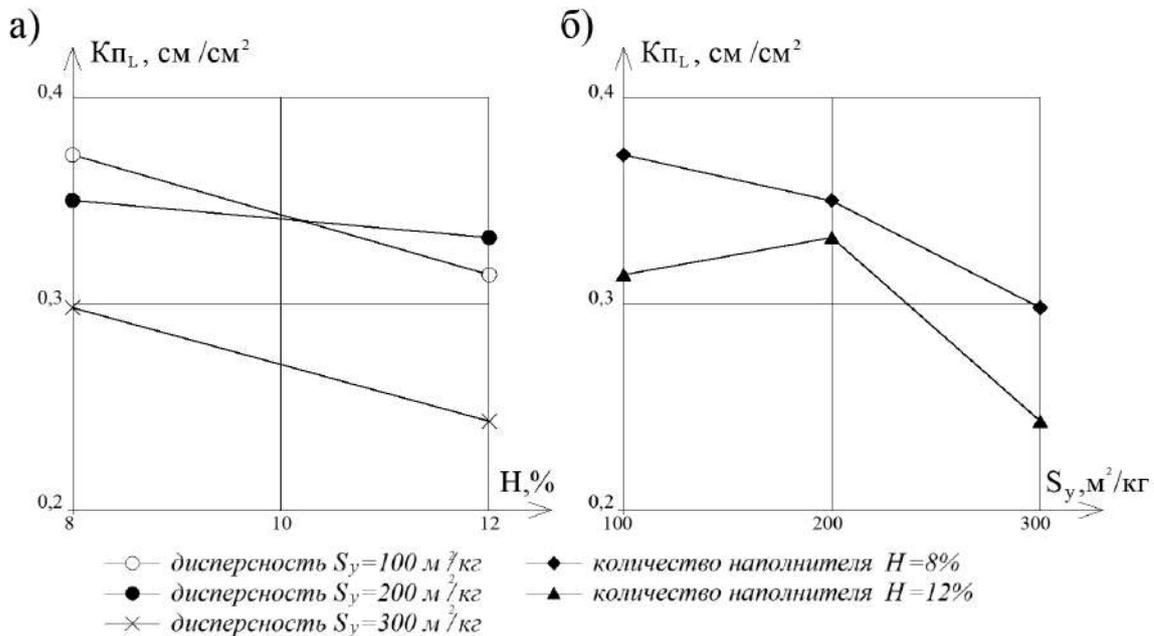


Рис. 3. Влияние количества (а) и дисперсности (б) наполнителя на коэффициент технологической поврежденности, определенный на образцах – балках по наклонной линии длиной 36,5см

Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по наклонной линии (36,5см) образцов-балок, достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,367), а минимальное значение K_{nL} достигается при количестве наполнителя $H=12\%$ и дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,266). Величина начальной технологической поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности, определенного

по наклонной линии (31,1см) образцов-балок в зависимости от количества и качества наполнителя, изменяется в пределах от 0,243 до 0,372 (на 53,1%).

Влияние количества наполнителя на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по наклонной линии (31,1 см) образцов-балок, отражено на рис. 4, а. Изменение H от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ приводит к уменьшению Kn_L от 0,372 до 0,314 (на 18,5%). Аналогичный характер изменения Kn_L наблюдается при постоянной $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$, уменьшение Kn_L от 0,350 до 0,332 (на 5,4%) при изменении H от 8 до 12%. При постоянной дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ наблюдаем аналогичный характер влияния H , то есть с уменьшением от 0,298 до 0,243 (на 22,6%) при изменении H от 8 до 12%. Следует отметить, что максимальное изменение Kn_L наблюдаются при $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$, уменьшение на 22,6% (при увеличении H от 8 до 12%). Минимальное изменение коэффициента Kn_L наблюдается при изменении H от 8 до 12%, уменьшение на 5,4% ($S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$).

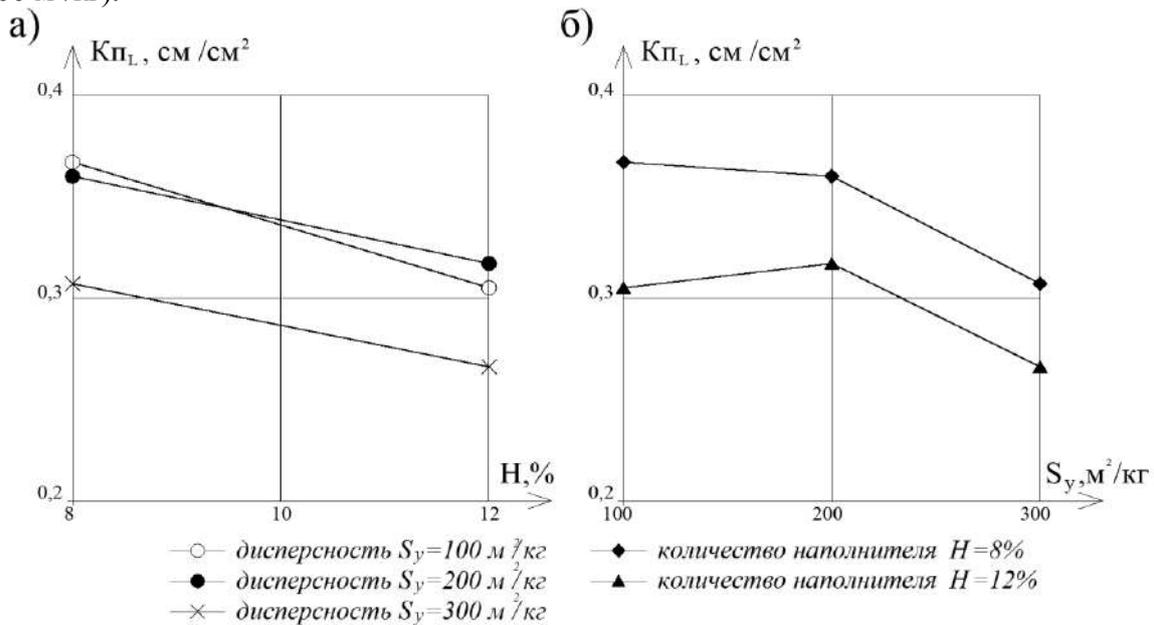


Рис. 4. Влияние количества (а) и дисперсности (б) наполнителя на коэффициент технологической поврежденности, определенный на образцах – балках по наклонной линии длиной 31,1см

Влияние качества наполнителя или дисперсности на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по наклонной линии (31,1 см) образцов-балок отражено на рис. 4, б. Изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ при его расходе 8% приводит к уменьшению Kn_L от 0,372 до 0,350 (на 6,3%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ вызывает значительное уменьшение Kn_L до 0,298 (на 17,4%). При фиксированном количестве $H=12\%$ изменение S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ приводит к увеличению Kn_L от 0,314 до 0,332 (на 5,7%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ вызывает значительное уменьшение Kn_L до 0,243 (на 37%). Следует отметить, что максимальные изменения Kn_L (17 и 37%) наблюдаются при изменении S_y от 200 до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=8$ и 12% соответственно. Минимальное изменение Kn_L (5,7%) наблюдается при изменении S_y от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=12\%$. Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по наклонной линии (31,1 см) образцов-балок, достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,372), а минимальное значение Kn_L достигается при количестве наполнителя $H=12\%$ и дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ (0,243).

Выводы: Изучено влияние количества минерального наполнителя ($H=8$ и 12% от массы вяжущего), а также дисперсности ($S_y= 100, 200$ и 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ по каждому количеству) на технологическую поврежденность, выраженную коэффициентами технологической поврежденности по площади (Kn_S) и по характерным линиям (Kn_L) для образцов-балок.

По результатам испытаний прослеживаются следующие тенденции:

- уменьшение технологической поврежденности во всех четырех исследуемых случаях при изменении количества наполнителя от 8% до 12% при его дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$;
- уменьшение технологической поврежденности в трех исследуемых случаях при изменении количества наполнителя от 8% до 12% при его дисперсности $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$, кроме случая на рис. 2, а (по поперечной линии), где происходит увеличение технологической поврежденности;
- уменьшение технологической поврежденности в двух исследуемых случаях при изменении количества наполнителя от 8% до 12% при его дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ (по площади и по поперечной линии, рис. 1, а и 2, а) и увеличение технологической поврежденности также в двух случаях (по наклонным линиям, рис. 3, а и 4, а);
- уменьшение технологической поврежденности во всех четырех исследуемых случаях при увеличении дисперсности (тонкости помола) наполнителя (графики на рис. 1, 2, 3, 4, б);
- минимальные значения технологической поврежденности получены при количестве наполнителя $H=8\%$ и дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ по линиям образцов-балок, максимальные – при количестве наполнителя $H=8\%$ и дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$, т. е. значение технологической поврежденности меньше при большей дисперсности, и больше при меньшей.

Таким образом, в проведенном исследовании изменение дисперсности наполнителя от крупного помола к мелкому приводит к уменьшению технологической поврежденности образцов во всех случаях, т. е. уменьшается количество технологических трещин. Варьирование количеством минерального наполнителя изменяет технологическую поврежденность, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, и зависит от того, образец с какой дисперсностью минерального наполнителя рассматривается. Однако и в этих графиках можно проследить тенденцию общего уменьшения технологической поврежденности при увеличении количества минерального наполнителя.

Введение коэффициента поврежденности позволяет исследовать влияние разных структурообразующих составляющих бетона на количество технологических трещин, появившихся в бетоне опытного образца. Исходя из этого, являются перспективными дальнейшие исследования влияния физико-технических характеристик бетонов определенных составов на технологическую поврежденность.

Литература

1. Дорофеев В.С. Технологическая наследственность композиционных строительных материалов и конструкций: учебное пособие / В.С. Дорофеев. – К.: УМК ВО, 1992. – 52 с.
2. Выровой В.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции: структура, самоорганизация, свойства / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, В.Г. Суханов. – Одесса: ТЭС, 2010. – 170 с.
3. Соломатов В.И. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.С. Дорофеев, В.Н. Выровой, А.В. Сиренко. – Киев: Будівельник, 1991. – 144 с.
4. Суханов В.Г. Структурные особенности изделий с различными геометрическими характеристиками / В.Г. Суханов // Вісник ОДАБА. – Одеса, Зовнішрекламсервіс, 2014. – №53. – С. 369-374.
5. Суханов В.Г. Основные принципы самосогласованной работы различных по активности элементов структуры бетона / В.Г. Суханов, Р.А. Сикора // Вісник ОДАБА. – Одеса, Зовнішрекламсервіс, 2014. – №54. – С. 358-364.
6. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность и работа железобетонных изгибаемых элементов по наклонным сечениям: монография / В.С. Дорофеев, Н.В. Пушкарь. – Одесса, 2011. – 162 с.
7. Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций: монография / В.С. Дорофеев, В.Н. Выровой. – О.: Город мастеров, 1998. – 168 с.

References

1. Dorofeev V.S. Tehnologicheskaja nasledstvennost' kompozycyonnyh stroytel'nyh materialov i konstrukcyj [Technological inheritance of composite building materials and structures], Uchebnoe posobyе, K.: UMK VO, 1992.
2. Vyrovoy V.N., Dorofeev V.S., Sukhanov V.G. Kompozicionnyye stroitel'nye materialy i konstrukcii: Struktura, samoorganizacija, svoystva [Composite building materials and structures: Structure, self-organization, properties], Odessa, 2010.
3. Solomatov V.I., Dorofeev V.S., Vyrovoy V.N., Sirenko A.V. Kompozicionnyye stroitel'nye materialy i konstrukcii ponizhennoj materialojomkosti [Composite building materials and structures of reduced material consumption], Kiev, 1991.
4. Sukhanov V.G. Strukturnye osobennosti izdelij s razlichnymi geometricheskimi harakteristikami [Structural features of products with different geometric characteristics], Visnyk ODABA, Odesa, Zovnishreklamservis, Vol. 53, pp. 369-374, 2014.
5. Sukhanov V.G. Osnovnye principy samosoglasovannoj raboty razlichnyh po aktivnosti jelementov struktury betona [The basic principles of the self-consistent work of various elements of the structure of concrete], Visnyk ODABA, Odesa, Zovnishreklamservis, Vol. 54, pp. 358-364, 2014.
6. Dorofeev V.S., Pushkar N.V. Tekhnologicheskaja povrezhdenost' i rabota zhelezobetonnykh izgibaemykh elementov po naklonnym secheniam: monografiia [Technological damage and work of reinforced concrete bent elements along inclined sections: monograph]. Odessa, 2011.
7. Dorofeev V.S., Vyrovoy V.N. Tehnologicheskaja povrezhdenost' stroitel'nyh materialov i konstrukcij: Monografiia [Technological damage of building materials and structures: monograph], Gorod masterov, 1998.

**ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ І ЯКОСТІ НАПОВНЮВАЧА
НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ПОШКОДЖЕНІСТЬ ЗРАЗКІВ-БАЛОК**

Малахов В.В., к.т.н., старший викладач,
iityamal@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7635-4337
Викиданець С.М., асистент,
ramos.kr02@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5643-8322
Одеська державна академія будівництва і архітектури

Анотація. У статті розглядається вплив кількості та якості наповнювача на технологічну пошкодженість зразків-балок.

Фізико-технічні властивості композиційних будівельних матеріалів і конструкцій в значній мірі визначаються їх технологічною пошкодженістю. Спадкові дефекти матеріал набуває в період технологічної переробки, і ці дефекти є складовою частиною структури зразка або конструкції. Спрямована зміна технологічної пошкодженості будівельних матеріалів і конструкцій дозволить керувати фізико-технічними властивостями матеріалу, характером тріщиноутворення і руйнування конструкцій. Виконані раніше дослідження свідчать про необхідність детального вивчення ефективних технологічних прийомів регулювання спадкової технологічної пошкодженості бетону за допомогою використання наповнювача необхідної дисперсності. Дослідними зразками були шість зразків-балок, виготовлених з важкого бетону, з різною кількістю і якістю (дисперсністю) мінерального наповнювача (дрібного кварцевого піску). Було визначено коефіцієнт технологічної пошкодженості балок по площі, по поперечній і поздовжній лініях, і виявлено вплив кількості та дисперсності наповнювача на їх технологічну пошкодженість. Проведені експерименти дозволили продовжити дослідження коефіцієнта технологічної пошкодженості для бетонних зразків-балок в залежності від кількості і якості мінерального наповнювача. За результатами досліджень побудовані графіки залежності коефіцієнта технологічної

пошкодженості бетону від кількості і якості наповнювача. Таким чином, в проведеному дослідженні зміна дисперсності наповнювача від грубого помелу до дрібного призводить до зменшення технологічної пошкодженості зразків у всіх випадках, тобто зменшується кількість технологічних тріщин. Варіювання кількістю мінерального наповнювача змінює технологічну пошкодженість, як в бік збільшення, так і в бік зменшення, і залежить від того, зразок з якою дисперсністю мінерального наповнювача розглядається. Однак і в цих графіках можна простежити тенденцію загального зменшення технологічної пошкодженості при збільшенні кількості мінерального наповнювача. Виходячи з цього, є перспективними подальші дослідження впливу фізико-технічних характеристик бетонів певних складів на технологічну пошкодженість.

Ключові слова: технологічна пошкодженість, мінеральний наповнювач, тріщини, дисперсність, коефіцієнт технологічної пошкодженості, зразки-балки.

INFLUENCE OF QUANTITY AND QUALITY OF THE FILLER ON TECHNOLOGICAL DAMAGE OF BEAM SAMPLES

Malakhov V.V., Ph.D., Senior lecturer,
iityamal@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7635-4337

Vykydanets S., Assistant,
ramos.kr02@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5643-8322
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The influence of the quantity and quality of the filler on the technological damage of beam samples is considered in the article.

Physical and technical properties of composite building materials and structures are largely determined by their technological damage. The material acquires hereditary defects during the technological processing, and these defects are an integral part of the sample structure or construction. The directed change of technological damage of building materials and structures will allow to control the physical and technical properties of the material, the nature of cracking and destruction of structures. The studies performed earlier indicate the need for a detailed study of effective technological techniques for regulating hereditary technological damage to concrete by using the filler of the required dispersion. Experimental samples were six samples of beams made of heavy concrete, with different amounts and quality (dispersion) of mineral filler (fine quartz sand). The coefficient of technological damage of beams in area, in transverse and longitudinal lines was determined, and the influence of the amount and dispersion of the filler on their technological damage was revealed.

The conducted experiments allowed to continue the study of the coefficient of technological damage for concrete beam samples depending on the quantity and quality of mineral filler. According to the results of the research, the graphs of the dependence of the coefficient of technological damage of concrete on the quantity and quality of the filler have been constructed. Thus, in the study, the change in the dispersion of the filler from coarse to fine grinding leads to a reduction of the technological damage of the samples in all cases, that is, the number of technological cracks decreases. Varying the amount of mineral filler changes the technological damage, both in the direction of increasing and decreasing, and depends on the dispersion of the considered mineral filler sample. However, in these graphs, it is possible to trace the tendency of a general reduction in technological damage with an increase in the amount of mineral filler. Proceeding from this, further studies of the effect of the physical and technical characteristics of concretes of certain compositions on technological damage are promising.

Keywords: technological damage, mineral filler, crack, dispersion, coefficient of technological damage, beam sample.

Стаття надійшла 28.08.2018